

SAH
#2
7.7.00
503.38156X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Ken YOSHIOKA, et al

Serial No.: 09/ 493104

Filed: January 28, 2000

Title: A METHOD OF PROCESSING SPECIMENS, AN
APPARATUS AND A METHOD OF MANUFACTURE OF A
MAGNETIC HEAD

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

January 28, 2000

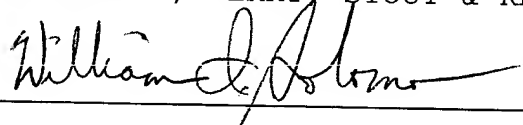
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 11-288657 filed October 8, 1999.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



William I. Solomon
Registration No. 28,565

WIS/nac
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年10月 8日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第288657号

出 願 人

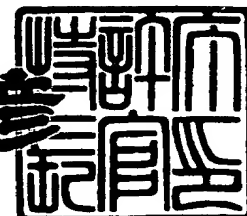
Applicant (s):

株式会社日立製作所
日立金属株式会社

1999年12月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3087504

【書類名】 特許願

【整理番号】 J4357

【提出日】 平成11年10月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

H01L 21/304

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市東豊井 7 9 4 番地

株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

【氏名】 吉岡 健

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 8 番地

日立金属株式会社 電子部品工場内

【氏名】 鳥居 善三

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地

株式会社 日立製作所 中央研究所内

【氏名】 府山 盛明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地

株式会社 日立製作所 中央研究所内

【氏名】 岡田 智弘

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市東豊井 7 9 4 番地

株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

【氏名】 金井 三郎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地

株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 臼井 建人
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 8 番地
日立金属株式会社—電子部品工場内

【氏名】 原田 仁
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
【特許出願人】
【識別番号】 000005083
【氏名又は名称】 日立金属株式会社

【代理人】
【識別番号】 100074631
【弁理士】
【氏名又は名称】 高田 幸彦
【電話番号】 0294-24-4406

【選任した代理人】
【識別番号】 100083389
【弁理士】
【氏名又は名称】 竹ノ内 勝
【電話番号】 0294-24-4406

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 033123
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 試料の処理方法および処理装置並びに磁気ヘッドの製作方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成され、NiFe合金またはNiFeCo合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチング処理する第1のステップと、

該第1のステップの処理により露出した積層物を少なくとも一つの液体にて洗浄して前記積層物に付着した残留塩素成分を除去し、エッチング中に付着した側壁付着膜を剥離する第2のステップと、および

洗浄後の試料を乾燥させる第3のステップとを有して構成される試料の処理方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第1のステップの後、連続して前記第2のステップを実施する試料の処理方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、

ガスプラズマを、 Cl_2 、 BCl_3 、 Ar 、 O_2 の少なくとも1種のガスあるいはこれらのガスを組み合わせて生成する試料の処理方法。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記第2のステップの液体による洗浄は、

- (A) 純水で洗浄するステップ、
- (B) アルカリ液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (C) 酸性液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (D) フッ硝酸で洗浄後、水で洗浄するステップ、
- (E) 中性洗剤で洗浄後、水で洗浄するステップ、

のいずれか一つまたはいずれか二つ以上である試料処理方法。

【請求項5】

請求項1または2において、

前記第3のステップの加熱乾燥は、 200°C 以下にて実施する試料処理方法。

【請求項6】

請求項1において、

液体は温度制御されることを特徴とする試料の処理方法。

【請求項7】

請求項1において、

他の積層物の層として、

- (A) フォトレジスト層、
- (B) アルミナ (Al_2O_3) 層、
- (C) 酸化シリコン層、
- (D) Cu層、
- (E) Ta層、
- (F) Cr層

の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法。

【請求項8】

請求項1において、

前記基板は、 Al_2O_3 とTiCで構成する焼結体基板であり、該基板上にNiFe合金またはNiFeCo合金からなる層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法。

【請求項9】

基板上に積層された試料をエッチングする試料の処理装置において、

プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成されたNiFe合金またはNiFeCo合金で成る層を少なくとも一層含む二層以上の積層膜を試料温度 200°C 以下でエッチングするエッチング処理装置と、

エッチング処理により露出した前記NiFe合金で成る層を液体で洗浄する洗浄装置と、

洗浄後の露出した前記NiFe合金で成る層を乾燥させる乾燥装置とを備え、
前記乾燥した前記NiFe合金で成る層をガスプラズマによりエッチングする
こと

を特徴とする試料の処理装置。

【請求項10】

請求項9において、
大気ローダと、
真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室と、
大気ローダと真空搬送室とを連結し、試料が送られるアンロードおよびロード
ロック室とを有し、
前記真空搬送室には、前記エッチング処理装置のエッチング処理室が接続され、
かつ
前記大気ローダには、前記洗浄・乾燥装置の洗浄カップおよびホットプレート
等が接続されていることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項11】

請求項9において、
エッチング処理室は複数個からなることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項12】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの多層
レジスト加工方法において、

上部フォトリジスト層、 SiO_2 もしくはアルミナで成るハードマスク層、下
部フォトリジスト層およびNiFe合金またはNiFeCo合金で成るシード層
から積層膜を形成し、

上部フォトリジスト層をマスクに、ハードマスク層をプラズマ処理によりエッ
チングし、

さらにハードマスク層をマスクに、下部フォトリジスト層を塩素を含むガス系
を用い、プラズマ処理により深溝を形成して該溝の底部にシード層を露出せしめ

、
該露出したシード層に付着した残留塩素成分を、液体で洗浄除去し、乾燥させ

しかる後に前記深溝にNiFe合金を埋め込んで前記シード層と接続する工程を含んで上部磁極を形成すること
を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 1 3】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのシード層加工方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着するアルミナ、シリコン酸化膜等の酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、

その後残留塩素成分を液体によって除去する工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 1 4】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのギャップ加工方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

シード層をエッチング加工を行い、

上部磁極をマスクにしてギャップ層を塩素またはフッ素ガスを含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、

その後残留塩素成分または残留フッ素成分を液体による洗浄にて除去を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 15】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドのトリム加工方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

シード層をエッチング加工を行い、

ギャップ層をエッチング加工を行い、

上部磁極をマスクにしてシールド層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってトリムエッチング加工を行い、

その後残留塩素成分を液体による洗浄による除去を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 16】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層およびシールド層についてプラズマ処理により連続してエッチング加工を行い、しかる後に、

加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 17】

請求項 18において、

ギャップ層は塩素またはフッ素ガス系のプラズマにより、またシード層および

シールド層は塩素およびアルゴンガス系のプラズマにより加工し、かつ防食処理は、液体による洗浄処理により行うことを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 18】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、

NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、

上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層についてプラズマ処理により連続してエッチング加工を行い、しかる後に、

加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 19】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの上部磁極加工方法において、

NiFe合金から成る上部磁極層、その上にフォトレジストあるいはアルミナ、シリコン酸化膜等の酸化膜からなるマスク層からなる積層膜を形成し、

上記マスク層をマスクにして上部磁極層をプラズマ処理によりエッチング加工を行い、しかる後に

加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 20】

上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの上部磁極加工方法において、

上部より

(A) フォトレジスト膜

(B) アルミナ、酸化シリコン等の酸化膜層

(C) NiFe 合金から成る上部磁極層

(D) NiFe 合金を密着させるための NiFeCo 合金でできた

シード層

(E) アルミナ、酸化シリコン等の酸化膜でできたギャップ層

(F) NiFe 合金でできた、シールド層

からなる積層膜を形成し、プラズマ処理により

(1) 上記マスク層をマスクにして酸化膜層をエッチング加工するステップ (1) と

(2) 酸化膜層をマスクにして上部磁極層をエッチングするステップ (2) と

(3) 上記酸化膜層あるいは上部磁極層をマスクにして、シード層をエッチング加工するステップ (3) と

(4) 上記酸化膜層並びに上部磁極層をマスクにして、ギャップ層をエッチング加工するステップ (4) と

(5) 上部酸化膜層並びに上部磁極層をマスクにして、シールド層をトリミングエッチング加工するステップ (5) と

を連続して実施し、

しかる後に、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成されること

を特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 21】

請求項 19 において、

(1)～(5) の任意の連続した部分ステップを連続加工し、

しかる後に、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成されることを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 22】

請求項 20 において、

(1)～(5) の各ステップごとに残留塩素成分の除去と、側壁付着膜の除去のために洗浄・乾燥処理を実施し、これらを単一の装置にて、連続して実施するこ

とを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【請求項 23】

請求項 20 において、

ステップ (1) は BCl_3 主体あるいはフッ素系主体のガス系にてエッチング加工を行い、

ステップ (2) (3) は塩素主体のガス系にてエッチング加工を行い、

ステップ (4) は BCl_3 主体あるいはフッ素系主体のガス系にてエッチング加工を行い、

ステップ (5) は塩素主体のガス系にてエッチング加工を行う

ことにより、それぞれのエッチング加工時のマスクおよび下地の選択比を大きく取るようにしたことを特徴とする磁気ヘッドの製作方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマエッチング処理を用いた試料の処理方法および処理装置、並びに磁気ヘッドの製作方法に関する。

【0002】

【従来技術】

半導体素子基板等の試料は、化学溶液を用いてエッチング処理されたり、例えば、プラズマを利用してエッチング処理される。このような試料のエッチング処理においては、エッチング処理後の試料の腐食に対して十分な注意を払う必要がある。

【0003】

このようなエッチング処理後の試料の防食技術としては、従来、例えば、特開昭59-186326号公報に記載のような、エッチング室と真空を保ってエッチング室に接続されたプラズマ処理室でレジスト膜をプラズマを利用してアッシング（灰化）処理してレジスト膜中等に残存する腐食性物である塩素化合物を酸化するものが知られている。また、エッチング処理後の試料の温度を 200°C 以上とすることで残存する腐食性物である塩化物の気化を助長し、それによって、エッチン

グ処理後の試料の腐食を防止することが可能とされている。また、例えば、特開昭61-133388号公報に記載のような、エッチング処理後の試料である被処理物をエッチング処理室から取り出して熱処理室に搬送し、ここで加熱空気を被処理物に吹き付け乾燥させ、その後、該被処理物を熱処理室外に取り出して洗浄、乾燥させることで、エッチング処理後の被処理物の大気との反応による腐食を防止しようとするものが知られている。

【0004】

特開平2-224233号公報には、互いに異なるイオン化傾向を持つ金属を含む積層物の試料を、第1の処理室において前記積層物上に形成したレジストマスクを介して第1のガスプラズマによりエッチング処理する第1のステップと、第2の処理室で前記第1のガスプラズマとは別のガス雰囲気内において形成される第2のガスプラズマにより前記試料を処理し、前記レジストマスクの除去及び前記第1のステップで形成され前記互いに異なるイオン化傾向を持つ金属を含む積層物の側壁に付着した残留腐食生成物を除去する第2のステップと、前記第1のステップ及び前記第2のステップの処理により露出した前記試料の表面を少なくとも一つの液体と接触させ、前記積層物の側壁に付着し前記第2のステップで除去しきれなかった前記残留腐食生成物の残部を除去する第3のステップとを有し、前記第1のステップにおいて、Al合金膜とTiW膜またはTiN膜とを積層した前記試料を、レジストマスクを介して減圧下で塩素を含むガスプラズマを利用してエッチング処理し、前記第2のステップにおいて、塩素を含むガスプラズマを利用して前記試料をアッシング処理し、前記第3のステップにおいて、前記試料を水と接触させて洗浄し、前記第3のステップは、前記第1のステップからの残留腐食生成物を除去するために、(a)水で洗浄するステップ、(b)アルカリ液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、(c)酸性液体で洗浄後、水で洗浄するステップ、または(d)フッ硝酸で洗浄後、水で洗浄するステップ、のいずれか一つである試料処理方法が記載されている。

【0005】

薄膜磁気ヘッド、磁気センサー等の磁極に用いられるFeを含む物質のエッチング方法が特開平4-107281号公報に記載されている。この公報には、試料表面

に形成された Fe を含む合金、特に Fe-Si-Al 合金を含む物質のエッチング方法において、試料を真空中で 250℃ 以上でこの試料の融点以下の温度範囲に加熱しつつ、塩素系ガスの雰囲気中で反応性イオンミリング法でエッチングを行う工程と、試料表面に残留したエッチング残留物を、試料を 250℃ 以上の高温に保ち塩素イオンシャワーを試料に印加する方法で、完全に塩素系ガスと反応させる後処理工程と、前記試料を純水中に保持し、前記後処理工程で生成したエッチング生成物を溶解除去する純水処理工程とをこの順に行うことを特徴とする Fe を含む物質のエッチング方法が記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特開平4-107281 号公報には、磁気ヘッドを構成する場合に、例えば 3 μ m 厚の純 Fe をアルゴンイオンミリング法エッチングする際には、エッチングレート 150 A/min 程度であるため、エッチング時間が 200 min かかることが従来技術の問題とされた。これは、エッチング速度が入射イオン数によって律速されているためであり、エッチング速度をより向上させるために、特開平4-107281 号公報では試料を 250℃ 以上に加熱しつつ、塩素系ガスの雰囲気中で反応性イオンミリング法を適用すればエッチングレートは 1000 A/min 程度に向上できた。しかし、試料によっては温度 250℃ 以上の加熱に堪えないものがあり、その場合に上記手法が適用できない問題点があった。特に、磁気ヘッド製作に用いられる Ni-Fe 合金等の強磁性材料を含む積層膜のエッチングでは、試料温度が 230℃ 以上になると、Ni-Fe 膜の磁気特性が損なわれ、それが常温に戻っても復帰しなくなったり、復帰のための再磁化工程が必要となる問題があった。

【0007】

また、特開平4-107281号公報では反応性イオンミリングを実施した後、放置すると試料に腐食が生ずるため、試料を 250℃ 以上の高温に保ち塩素イオンシャワーを試料に印加する後処理工程と、試料を純水中に保持する純水処理工程とを順に行う防食プロセスが提案されている。しかし、再び、試料温度 250℃ 以上が必要となる点と、イオンシャワー工程に引き続き純水保持工程といった複雑な防食手順を要し、高コストになるという問題があった。

【0008】

上記複雑な防食手順は、対象とする試料がFe-Si-Al合金であり特開平2-224233号公報記載のように、大きく異なるイオン傾向を持つ二つの金属を含むため腐食性が高いと考えられる。

【0009】

また、磁気ヘッド形成加工時の積層膜は、NiFe合金膜、アルミナあるいは酸化シリコン等の酸化膜が含まれるが、これらをミリング法、プラズマエッチング法等でエッチングする際には、反応生成物が、エッチング面側壁に付着することがある。この側壁付着膜は、積層膜を連続してエッチング処理しようとする、前回の側壁付着膜が、邪魔をして、垂直加工を難しくする問題があった。

【0010】

本発明は、NiFe合金を含む積層膜のエッチングにおいて、高エッチングレートでかつ、素子を破壊しない程度の十分な低温度でエッチングでき、かつシンプルで低コストの防食処理を可能とすると同時に、側壁付着膜を能率よく剥離し積層膜の連続エッチング時にも垂直加工性を損なわない試料の処理方法および装置、並びにその応用としての磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、NiFe合金で形成した試料、例えば磁気ヘッドの磁極を塩素系あるいはフッ素系を含むガスにて比較的高密度のプラズマ源にて、プラズマ処理してエッチングすること、このエッチング加工した後に、直ちに液体による洗浄および乾燥処理を組み合わせることを特徴とする。

【0012】

高密度のプラズマ源とは、誘導結合型プラズマ装置、ヘリコン型プラズマ装置、2周波励起平行平板型プラズマ装置、マイクロ波型プラズマ装置等を指し、 $1 \sim 10 [\text{mA}/\text{cm}^2]$ 程度の飽和イオン電流密度のプラズマを試料に照射できるプラズマ源である。従来のイオンミリングや平行平板型の低密度プラズマ源に比べて、 $10 \sim 100$ 倍のプラズマ密度を持つ。また、これらの高密度プラズマ源

においては、プラズマ生成のための高周波電源とは別の、高周波電源が試料台に装着されていて、試料に入射するイオンエネルギーは、独立に制御できるようになっている。このプラズマ源を用いると、入射イオン数が十分に多いので、入射するイオンのエネルギーを、 $50 \sim 500$ [eV] と、ミリング法等にくらべて、 $1/2 \sim 1/10$ 倍低く設定し、また、試料温度も低くしても、高いエッチングレートが可能となる。例えば、試料温度 40°C 、イオンエネルギー 300 [eV] にて、 100 nm/min のエッチング速度が実現できる。試料温度が $40 \sim 60^\circ\text{C}$ の範囲にあると、試料台の設計が簡素化され、コスト低減に寄与するというメリットもある。

【0013】

また、高密度プラズマ処理は打ち込みイオンエネルギーが低いために、打ち込まれた塩素イオンの NiFe 合金層への浸透深さが浅いことと、Ni と Fe とはイオン化傾向が極めて似かよった金属であり、前述したようなイオン化傾向による腐食機構が作用せず、表面層に付着した残留塩素成分を除去することで防食が可能となるため、よりシンプルで低コストの防食手段が可能となる。

【0014】

また、磁気ヘッド製作のための、積層膜には、NiFe 合金膜以外にアルミナや酸化シリコン膜等の酸化膜層、あるいはフォトレジスト層等の種々の層があり、これらを高密度プラズマにてエッチング加工するが、エッチング加工に伴って、下地から NiFe 合金層が露出したり、NiFe 合金層そのものをマスクにして、例えば酸化膜層をエッチングすることがあり、その際にも NiFe 合金層が、塩素あるいはフッ素プラズマ雰囲気中に晒され、エッチング後の防食処理が必要となる。これらのエッチングステップに対しても、液体洗浄による、防食処理が有効である。

【0015】

また、磁気ヘッド形成加工時の積層膜をエッチングする際には、反応生成物が、エッチング面側壁に付着することがある。この側壁付着膜は、積層膜を連続してエッチング処理しようとする、前回の側壁付着膜が、邪魔をして、垂直加工を難しくする問題があった。これもエッチング直後の液体洗浄処理により容易に

剥離できるので、エッチング手段と、液体洗浄・乾燥手段を単一装置内に連続して処理できるようにしておけば、液体洗浄処理を各エッチング処理間に、挿入することで、単一の装置内で、能率良く連続エッチングを実施することができる。

【0016】

本発明は、具体的には、次に掲げる方法及び装置を提供する。

【0017】

本発明は、基板上に形成され、NiFe合金またはNiFeCo合金からなる層を少なくとも一層を含む積層膜をエッチング処理室において塩素を含むガス系によるガスプラズマにより試料温度200℃以下でエッチング処理する第1のステップと、該第1のステップの処理により露出した前記積層膜を少なくとも一つの液体にて洗浄して前記積層物に付着した残留塩素成分を除去する第2のステップと、および洗浄後の側壁を乾燥させる第3のステップとを有して構成される試料の処理方法を提供する。

【0018】

本発明は更に、前記第1のステップの後、連続して前記第2のステップを実施する試料の処理方法を提供する。

【0019】

本発明は、ガスプラズマを、 Cl_2 、 BCl_3 、 Ar 、 O_2 の少なくとも1種のガスあるいはこれらのガスを組み合わせて生成する試料の処理方法を提供する。

【0020】

本発明は更に、前記第2のステップの液体による洗浄は、

- (A) 純水で洗浄するステップ、
- (B) アルカリ液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (C) 酸性液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (D) フッ硝酸(レジスト現象液TMAH)で洗浄後、水で洗浄するステップ、
- (E) 中性洗剤で洗浄後、水で洗浄するステップ、

のいずれか一つまたはいずれか二つ以上である試料処理方法を提供する。

【0021】

本発明は更に、前記第3のステップの加熱乾燥は、200℃以下にて実施する試料処理方法を提供する。

【0022】

本発明は、液体は温度制御される試料の処理方法を提供する。

【0023】

本発明は更に、他の積層物の層として、

- (A) フォトレジスト層、
- (B) アルミナ (Al_2O_3) 層、
- (C) 酸化シリコン層、
- (D) Cu層、
- (E) Ta層

の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法を提供する。

【0024】

本発明は更には、前記基板は、 Al_2O_3/TiC 基板であり、該基板上にNiFe合金またはNiFeCo合金から成る層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される試料の処理方法を提供する。

【0025】

本発明は、基板上に積層された試料をエッチングする試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成されたNiFe合金またはNiFeCo合金で成る層を少なくとも一層含む二層以上の積層膜を試料温度200℃以下でエッチングするエッチング処理装置と、エッチング処理により露出した前記NiFe合金で成る層を液体で洗浄する洗浄装置と、洗浄後の露出した前記NiFe合金で成る層を乾燥させる乾燥装置とを備え、前記乾燥した前記NiFe合金で成る層をガスプラズマによるエッチングする試料の処理装置を提供する。

【0026】

本発明は更に、大気ロードと、真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室

と、大気ローダと真空搬送室とを連結し、試料が送られるアンロードおよびロードロック室とを有し、前記真空搬送室には、前記エッチング処理装置のエッチング処理室が接続され、かつ前記大気ローダには、前記洗浄・乾燥装置の洗浄カップおよびホットプレート等が接続されている試料の処理装置を提供する。

【0027】

本発明は更に、エッチング処理室は複数個からなる試料の処理装置を提供する。

【0028】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、上部フォトレジスト層、 SiO_2 もしくはアルミナで成るハードマスク層、下部フォトレジスト層およびNiFe合金またはNiFeCo合金で成るシード層から積層膜を形成し、上部フォトレジスト層をマスクに、ハードマスク層をプラズマ処理によりエッチングし、さらにハードマスク層をマスクに、下部フォトレジスト層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理により深溝を形成して該溝の底部にシード層を露出せしめ、該露出したシード層に付着した残留塩素成分を、液体で洗浄により除去し、乾燥させ、しかる後に前記深溝にNiFe合金を埋め込んで前記シード層と接続する工程を含んで上部磁極を形成する磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0029】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分を液体によって除去する工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0030】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘ

ッドの製作方法において、NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、シード層をエッチング加工を行い、上部磁極をマスクにしてギャップ層を塩素またはフッ素ガスを含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分を液体による洗浄にて除去を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0031】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、シード層をエッチング加工を行い、ギャップ層をエッチング加工を行い、上部磁極をマスクにしてシールド層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってトリムエッチング加工を行い、その後残留塩素成分を液体による洗浄除去を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0032】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層およびシールド層について垂直方向のみのプラズマ処理によりそれぞれエッチング加工を行い、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0033】

本発明は、ギャップ層は塩素またはフッ素ガス系のプラズマにより、またシード層およびシールド層は塩素およびアルゴンガス系のプラズマにより加工し、か

つ防食処理装置は、液体による洗浄処理により行う磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0034】

本発明は、ギャップ層は塩素またはフッ素ガス系のプラズマにより、またシード層およびシールド層は塩素およびアルゴンガス系のプラズマにより加工し、かつ防食処理は、液体による洗浄処理により行う磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0035】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの製作方法において、NiFe合金またはNiFeCo合金から成るシード層およびこれに接続したNiFe合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着するNiFe合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層、ギャップ層についてプラズマ処理により連続してエッチング加工を行い、しかる後に、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0036】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの上部磁極加工方法において、NiFe合金から成る上部磁極層、その上にフォトレジストあるいはアルミナ、シリコン酸化膜等の酸化膜からなるマスク層からなる積層膜を形成し、上記マスク層をマスクにして上部磁極層をプラズマ処理によりエッチング加工を行い、しかる後に加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0037】

本発明は、上部磁極とこれに対向配置される下部磁極とから構成される磁気ヘッドの上部磁極加工方法において、上部より

- (A) フォトレジスト膜
- (B) アルミナ、酸化シリコン等の酸化膜層
- (C) NiFe合金から成る上部磁極層

(D) NiFe合金を密着させるためのNiFeCo合金でできたシード層

(E) アルミナ、酸化シリコン等の酸化膜でできたギャップ層

(F) NiFe合金でできた、シールド層

からなる積層膜を形成し、プラズマ処理により

(1) 上記マスク層をマスクにして酸化膜層をエッチング加工するステップ (1) と

(2) 酸化膜層をマスクにして上部磁極層をエッチングするステップ (2) と

(3) 上記酸化膜層あるいは上部磁極層をマスクにして、シード層をエッチング加工するステップ (3) と

(4) 上記酸化膜層並びに上部磁極層をマスクにして、ギャップ層をエッチング加工するステップ (4) と

(5) 上部酸化膜層並びに上部磁極層をマスクにして、シールド層をトリミングエッチング加工するステップ (5) と

を連続して実施し、しかる後に、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0038】

本発明は、(1)~(5)の任意の連続した部分ステップを連続加工し、しかる後に、加工面の残留塩素成分の除去のため防食処理を行う工程を含んで構成される磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0039】

本発明は、(1)~(5)の各ステップごとに残留塩素成分の除去と、側壁付着膜の除去のために洗浄・乾燥処理を実施し、これらを単一の装置にて、連続して実施する磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0040】

本発明は、

ステップ(1)は BCl_3 主体あるいはフッ素系主体のガス系にてエッチング加工を行い、

ステップ(2)(3)は塩素主体のガス系にてエッチング加工を行い、

ステップ(4)は BCl_3 主体あるいはフッ素系主体のガス系にてエッチング

加工を行い、

ステップ (5) は塩素主体のガス系にてエッチング加工を行う

ことにより、それぞれのエッチング加工時のマスクおよび下地の選択比を大きく
取るようにした磁気ヘッドの製作方法を提供する。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる一実施例を図面に基づいて説明する。

【0042】

図1は、本発明の実施例の概略構成を示し、図2は図1の真空部分の断面を示す。これらの図において、試料の処理装置は、エッチング処理装置1、真空搬送装置2、ロードロック室3、アンロードロック室4、大気搬送装置5、洗浄・乾燥装置6、大気ローダ7およびカセット8を備えている。

【0043】

エッチング処理装置1としては、試料を減圧下でプラズマを利用してエッチング処理する装置が用いられる。尚、プラズマエッチング処理としては、誘導結合型プラズマエッチング装置、ヘリコン型プラズマエッチング装置、2周波励起平行平板型プラズマエッチング装置、マイクロ波型プラズマエッチング装置等が採用される。

【0044】

図3にエッチング処理装置1の構造図を示し、図4にエッチング処理装置1の鳥瞰図を示す。

【0045】

図3において、エッチング処理装置1は、アルミナセラミックスあるいは石英ベルジャ10で構成されるエッチング処理室11、試料台12、処理ガス導入部13、真空排気部14、誘導コイル（例えば13MHz、2KW）15を備え、試料台12には、被処理物18、例えば後述する磁極材が載せられて加工される。また、試料台12には、高周波装置16（例えば800kHz、200W）が接続される。

【 0 0 4 6 】

図 1 において、洗浄・乾燥装置 6 は、洗浄カップ 2 1，ホットプレート 2 2 および搬送装置 2 3 を備える。水洗のためにスピニング湿式処理装置が用いられる。

【 0 0 4 7 】

洗浄のためのスピニング湿式処理装置では、後処理済み試料は、水により、例えば、スピニング洗浄処理されたり、薬液、水により順次、例えば、スピニング洗浄処理される。この場合、薬液は、後処理済み試料から除去される物質によって適宜、選択される。また、処理雰囲気としては、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気や大気雰囲気が採用される。また、湿式処理後、該状態で水切り等の乾燥処理が実施される場合がある。

【 0 0 4 8 】

乾燥処理装置としては、湿式処理装置での湿式処理済み試料を乾燥処理、例えば、湿式処理済み試料を加温して乾燥処理する装置や、湿式処理済み試料に乾燥ガスを吹付けて乾燥処理する装置等が用いられる。また、処理雰囲気としては、窒素ガス雰囲気や大気雰囲気が採用される。

【 0 0 4 9 】

真空搬送装置 2 は、エッチング処理装置 1 の処理ステーション（図示省略）とロードロック室 3，アンロードロック室 4 との間で処理済み試料を搬送する機能を有する。大気搬送手段 5 は、ロードロック室 3，アンロードロック室 4 と洗浄・乾燥装置 6 との間で処理済み試料を搬送する機能を有する。搬送装置 2 3 は、湿式処理装置の処理ステーションと乾燥処理装置の処理ステーション（図示省略）との間で湿式処理済み試料を搬送する機能を有している。試料搬送装置としては、公知の搬送手段、例えば、機械的に、または、電氣的に、または、磁氣的に回転または往復動させられるアームに試料をその裏面からすくい保持する試料すくい具や試料をその外周縁でつかみ保持する試料つかみ具や試料を吸着、例えば、電磁吸着、真空吸着する試料吸着具が設けられたアーム搬送装置や、駆動ローラと従動ローラとに無端ベルトが巻き掛けられたベルト搬送装置や、気体の吹出し力により試料を搬送する装置等が採用される。真空搬送装置 2 は、エッチング

処理装置 1 が試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、処理済み試料を大気に露呈させることなく減圧空圧で搬送可能に設けられている。

【 0 0 5 0 】

アンロードロック室 4 からの試料を乾燥装置 6 に搬送し、乾燥処理された試料を、例えば、回収用のカセット 8 に搬送する大気搬送装置 5 が設けられている。カセット 8、カセット台 9 に載置される。

【 0 0 5 1 】

エッチング処理装置 1 が、例えば、試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、エッチング処理装置 1 の試料処理雰囲気とエッチング処理装置 1 で処理される試料がエッチング処理装置 1 に搬送される空間並びに処理済み試料が搬送される空間とは、連通及び遮断可能になっている。試料が搬送される空間、湿式処理装置の試料湿式処理雰囲気、湿式処理済み試料が搬送される空間、乾燥処理装置の試料乾燥処理雰囲気及び乾燥処理済み試料が搬送される空間は、連通を保持された状態であっても良いし、各々連通及び遮断可能であっても良い。

【 0 0 5 2 】

エッチング処理装置 1 の試料処理雰囲気には、処理ステーションが設けられている。エッチング処理装置 1 が試料を減圧下でプラズマを利用して処理する装置である場合、処理ステーションは、試料台 1 2 である。試料台 1 2 には、試料が 1 個または複数個設置可能である。

【 0 0 5 3 】

複数の積層膜に対して連続エッチングを実施し、かつ各エッチングステップ毎に液体洗浄によりエッチング側壁に付着した付着膜を剥離する場合には、ホットプレートからでた、試料は、カセットに戻らないで、再びロードロック室に送られることになる。

【 0 0 5 4 】

図 5 に示すように、エッチング処理装置 1、洗浄・乾燥装置 6 および大気ローダ 7 との間には試料搬送装置、すなわち真空搬送装置 2、大気搬送装置 5 が設けられて試料の搬送を行う。真空搬送装置 5 は、真空搬送ロボット（図示せず）を

その中に有する真空搬送室を備える。

【0055】

シード層、ギャップ層およびシールド層について連続処理を行い、かつ各ステップについて防食剥離処理を行う場合には、図示するように、試料は大気ローダ7から真空搬送装置2に戻される工程が繰り返される。

【0056】

次に、試料として磁気ヘッドの磁極が用いられる場合について説明する。

【0057】

図6は、磁気ヘッドの典型的な例を示す。磁気ヘッド31は、書込ヘッド32および再生ヘッド33から成り、書込ヘッド32は、上部磁極34、コイル35および上部シールド36を備え、再生ヘッド33はGMR再生ヘッド37、下部磁極38、下部シールド39を備え、上部磁極34、下部磁極38は次のようにして製作される。尚、図6に矢印でディスクスライド方向を示す。

【0058】

本発明は、FeNiまたはNiFeCoを含む合金層をもつ積層構造の素子に最適に適用される。以下、FeNi合金からなる層を少なくとも一層含み、製造工程によってはそのマスクとなるフォトリソスト層を含む積層膜エッチング処理室11において処理ガス、例えば塩素を含むガス系によるガスプラズマによりエッチング処理する場合について説明する。

【0059】

図7は、三層レジストエッチングによる上部磁極形成のステップを構造態様D₁～D₆およびステップS1～S5で示す。試料は、0.5～1.0 μm厚の上部フォトリソスト(PR)層41、1000～4000 Å厚のSiO₂もしくはアルミナで成るハードマスク層42(図ではSiO₂層を示す。)、2～6 μm厚の下部フォトリソスト層43、1000～3000 Å厚のNiFe合金で成るシード層44(図では下地NiFe層として示す。)からなる積層膜40を構成する。

【0060】

PR層41への露光を行い、マスクパターンの形成を行う(S1)。

【0061】

次いで、 SiO_2 膜 42 のエッチングを行う (S2)。この場合のエッチング幅は、例えば $0.4 \mu\text{m}$ とする。

【0062】

PR 層は、例えば $4 \mu\text{m}$ としてあり、これを垂直エッチング処理を行う (S3)。これによってレジスト深溝エッチメッキフレームを形成する。すなわち、ハードマスク層をマスクに、下部フォトリジスト層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理により深溝 45 を形成する。そして、深溝の底部にシード層 44 を露出させる。この深溝の底面ならびに他の NiFe 露出面に D_4 に示すように残留塩素成分が付着しており、液体で洗浄して除去し、乾燥させる (S4)。

【0063】

ステップ S2 のエッチングに際にしての、エッチング終点検出は、図 3 に示すように、プラズマの発光をエッチング処理室 1 に装着したグラスファイバ 20 にて取り出し分光器 19 に送って、例えば SiF の発光ラインを分光にて抽出して行う。すなわち、エッチングが終点に近くなると、 SiF の発光レベルが低下するのでそれを検出・判定する。同様に、S3 ステップの終点判定は、 CO あるいは、エッチングガスに N_2 を添加する場合は、 CN の発光ラインにて実施する。

【0064】

しかる後に、該深溝に NiFe 合金をメッキ法、CVD 法あるいはスパッタ法にて埋め込み (図では NiFe メッキ層 46 を形成した例を示す。)、シード層 44 と接続して上部磁極を形成する。

【0065】

図 8 は、更にシード層 44、ギャップ層 47、シールド層 48 の垂直加工方法を構造態様 $\text{D}_6 \sim \text{D}_{10}$ およびステップ S6 ~ S11 で示す。図 8 は、シード層にシード NiFe 層、ギャップ層にギャップ Al_2O_3 層、シールド層に下地 NiFe シールド層を使用した例を示す。

【0066】

図において、 NiFe 合金から成るシールド層 48 およびこれに接続した NiFe 合金から成る上部磁極 50 と、シード層 44 に密着する酸化膜から成るギャ

ップ層 47 と、およびギャップ層 47 に導着する NiFe 合金から成るシールド層 48 とから積層膜 51 を形成する。

【0067】

シード層 44 は、上部磁極用密着層となる。ギャップ層 47 は、アルミナもしくは SiO_2/TaO などの酸化膜で形成される。

【0068】

磁気ヘッド層成膜前の Cr を含む NiFe 合金密着層を、塩素ガス系とアルゴン等希ガス系とでなるガスを添加し、プラズマエッチング加工を行う (S6)。この場合、上部磁極 50 をマスクにしたシード層 44 の垂直エッチングを行うことになる。その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のため液体による洗浄 (リンサ) を行って防食処理を施す (S7)。

【0069】

ギャップ層 47 がアルミナの場合、 BCl_3/Cl_2 ガス系でプラズマエッチング加工を行う (S8)。この場合、上部磁極 50 をマスクにしたギャップ層 47 の垂直エッチングを行うことになる。ギャップ層 47 が SiO_2 の場合、フッ素ガスでプラズマエッチング加工を行う。その後、残留エッチング生成物による側壁付着膜の剥離、および残留塩素成分の除去のため液体による洗浄を行って防食処理を施す (S9)。

【0070】

次いで、シールド層 48 を塩素ガス系によるプラズマエッチング加工によりトリミングを行う (S10)。この場合、上部磁極 50 をマスクにしたシールド層の垂直エッチングを行うことになる。このトリミングにより、上部磁極 50 と同一断面形状にした中間磁極 49 を形成することができる。

【0071】

その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のため液体による洗浄を行って防食処理を施す (S11)。

【0072】

ガスプラズマによるエッチング処理 (第 1 のステップ) の後に、直ちに、すなわち、5 分以内に連続して液体による洗浄 (第 2 ステップ) を行って腐食を防ぐ

【0073】

ガスプラズマは前述したように塩素ガス以外にも BCl_3 、 Ar 、 O_2 の少なくとも1種あるいはこれらのガスを組み合わせて生成することができる。

【0074】

ガスプラズマによるエッチング処理は 150°C 以下常温（場合によってはそれ以下でもよい。）の処理温度で実施する。

【0075】

第2のステップは、

- (A) 純水で洗浄するステップ、
- (B) アルカリ液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (C) 酸性液体で洗浄した後、水で洗浄するステップ、
- (D) フッ硝酸で洗浄後、水で洗浄するステップ、
- (E) 中性洗剤で洗浄後、水で洗浄するステップ、

のいずれか一つまたはいずれか二つ以上である。

【0076】

洗浄・乾燥装置6における加熱乾燥は、 200°C 以下のホットプレート22にて実施する。

【0077】

NiFe 合金による層以外の層としては、

- (A) フォトレジスト層、
- (B) アルミナ (Al_2O_3) 層、
- (C) 酸化シリコン層、
- (D) Cu 層、
- (E) Ta 層

の少なくとも一層を具有し、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される。

【0078】

前記基板は、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiC}$ 基板であり、該基板上に NiFe 合金から成

る層が形成され、処理室においてガスプラズマによりエッチング処理される。

【0079】

上部磁極50をPR層/ Al_2O_3 又は SiO_2 層/ $NiFe$ 合金からなるシード層をそれぞれ $1\mu m/0.5\sim 1.0\mu m/2\sim 4\mu m$ に形成し、 Al_2O_3 は塩素ガス系、 SiO_2 はフッ素ガス系、 $NiFe$ 合金からなるシード層は塩素/アルゴンガス系からなるガスプラズマによるエッチング処理を行うことができる。ここでとは $1\sim 10mA/cm^2$ を、そして低密度は $0.1\sim 1mA/cm^2$ （イオン飽和電流密度）程度と定義される。

【0080】

図8において、各積層膜毎に防食処理を施し、同時に、エッチング処理に際し側壁に付着した、付着膜を剥離しつつ、連続的に、同一処理装置にてエッチング加工を実施することにより、垂直加工性に優れた加工が可能となる。

【0081】

あるいは、エッチング条件により、側壁付着膜が厚くないときは、図8において、シード層エッチS6、ギャップ層エッチS7、シード層のトリミングS10を、単一あるいは複数のエッチング装置1にて、真空系から取り出すことなく、連続して実施し、しかる後に防食処理S11を実施しても良い。

【0082】

$NiFe$ 膜をエッチングするときは、塩素ガス主体のガス系にてエッチングを行う。この時、下地アルミナ膜に対するエッチングレートの比（選択比）は大きく取れる。塩素系主体のガス系では、アルミナ膜がほとんどエッチングされないためである。逆に、アルミナ膜をエッチングするときは BCl_3 主体のエッチングを行う。これはアルミナ $Al_2O_3 + 2BCl_3 \rightarrow AlCl_3 + B_2O_3$ となり、 $AlCl_3 + B_2O_3$ ともに真空中で揮発性であるため、エッチングが早く進むためである。この時、 BCl_3 ガス系では、 $NiFe$ 膜のエッチングレートは低く、マスク $NiFe$ 、あるいは下地 $NiFe$ 膜に対する選択比が高く取りれる。アルゴンイオンミリング法では、こういった化学量論的なエッチング機構が働かず、 $NiFe$ をエッチングするときも、アルミナをエッチングするときも選択比は低い。

【0083】

図8の各ステップにおけるエッチング終点検出は次のようにして行う。S6のNiFe層エッチ時は、Feの発光ラインをモニタする。S8のアルミナ膜エッチ時は、Alの発光ラインをモニタする。S10のNiFe層のトリミング時は、あらかじめ計測しておいたエッチングレートをもとに、エッチング時間を割り出して、管理する。

【0084】

図9に、5層連続エッチによる上部磁極形成例のステップ構造態様D₁₂～D₁₆およびS12～S20を示す。試料は、0.5～1.0 μm厚の上部フォトリジスト(PR)層41、2000～6000 Å厚のSiO₂もしくはアルミナで成るハードマスク層42(図ではアルミナ層を示す。), 2～6 μm厚のNiFe合金でなる上部磁極層50(上部磁極層がメッキで形成される場合は、シード層を含む)、1000～2000 Å厚のSiO₂もしくはアルミナで成るギャップ層47、NiFe合金でなるシールド層48で構成される積層膜である。PR層41への露光を行い、マスクパターンの形成を行う(S12)。次いで、ハードマスク層52のエッチングを行う(S13)。ハードマスク層のエッチング後、側壁付着膜の剥離並びに防食のための水洗処理を行う(S14)。

【0085】

次に、ハードマスク層をマスクに、上部磁極層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理によりエッチングする(S15)。塩素系ガス系では、エッチレートは1000 Å/min程度、アルミナハードマスク層に対する選択比は8程度となるので、ハードマスク層は、数千Åの薄い膜厚でも、十分である。同時に下地アルミナギャップ層に対する選択比も同様に8程度と大きく取れるので、オーバーエッチングを十分に行って、エッチングレートの試料面内不均一に起因するエッチ残りを防ぐことが容易である。

【0086】

ギャップ層47がアルミナの場合、BCl₃ガス系でプラズマエッチング加工を行う(S17)。この場合、上部磁極の上に残ったハードマスク層も同時にエッチングして、除去する。その後、側壁付着膜の剥離、および残留塩素成分の除

去のため液体による洗浄を施す（S18）。次いで、シールド層48を塩素ガス系によるプラズマエッチング加工によりトリミングを行う（S19）。その後、残留したエッチング生成物および残留塩素成分の除去のため液体による洗浄を施す（S20）。

【0087】

本発明にあってはNiFe合金から成る層を使用しているためと、高密度プラズマ・低エネルギー照射イオンの方式を採用したためにエッチング処理したときに残留する塩素の形態は主として合金表面への塩素の物理・化学吸着状態と考えられる。

【0088】

図10に示すように、エッチング直後のNiFe合金表面には塩素分子が物理・化学吸着している。大気中放置時の化学反応は、大気中の水分子が塩素分子と反応し、HClを形成し、HClとFeとが反応し表面を腐食することになる。これに対し、本発明によれば、吸着塩素分子の純水中への溶存・表面より脱離により塩素分子が除去される。これによって、ガスプラズマによるエッチング処理によって残留エッチング生成物について特別の後処理を施すことなく、残留塩素成分を洗浄（防食）処理により取り除くだけで腐食防止効果が得られることになる。

【0089】

図11に従来法と本発明とによる実験結果を示す。従来法においてギャップ層エッチング後大気中に放置すると5分で腐食が発生した。これに対し、ギャップ層エッチング後2分以内に純粋洗浄・ホットプレート乾燥し、その後大気中に放置した場合、2週間経過しても腐食はなかった。また、高密度プラズマエッチングにより、試料台（ステージ）温度が40℃にても、エッチングレートが1000 A/min以上を実現した。その他の実験条件は図に示す通りである。

【0090】

図12は、プラズマエッチング法とイオンミリング法とによる上部磁極の寸法制御特性を示す。イオンミリングあるいは低密度プラズマを使用した場合、マスクに対する選択比が低い。例えば Al_2O_3 エッチング時のマスク材料（NiF

e) との選択比は (0.2~1.0) に対し、高密度プラズマでは (1.0~10.0) が得られる。これは、試料に入射するイオンエネルギーが 500V~3KV と高く、エッチングしたい材料も、マスク材料も非選択的、物理的にエッチングしてしまうためである。

【0091】

高密度プラズマの場合は、図3に示したように、通常高密度プラズマを作るための高周波電源とは別に、試料台に直接印加できる第二の高周波電源が具備されており、その第二の電源出力を制御して、試料に入射するイオンのエネルギーをコントロールできるようになっている。イオンの入射エネルギーを 50~500V 程度と低く設定すると同時に、例えばアルミナエッチ時は BCl_3 ガス系を、NiFe合金エッチのときは塩素系というように、ガス系を選択すれば選択比を大きく取ることができる。

【0092】

上記のように、ミリング法の実行が低いため上部磁極のスタート時の長さを大きくしなければならない。すなわち、上部磁極に対するエッチング量が多い。よって、上部磁極形成時の寸法制御が困難である。また、ギャップ層をエッチングした時に垂直形状が出しにくい（スパッタ物が側壁に付着してテーパ形状になってしまう。）、試料を種々傾けてミリングし、垂直性を確保しなければならない。

【0093】

これに対し、本発明の一つの実施例によれば、上部磁極をマスクにして、シールド層、ギャップ層およびシールド層について垂直方向のみの高密度プラズマ処理によるエッチング加工を行い、加工面の残留塩素成分の除去のための防食処理を行うことによって図12に示すようにギャップ層の垂直形状を形成することができる。また、これによって、図8に示すように中間磁極の垂直形状を上部磁極と同じ形状にして形成することができる。

【0094】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、試料を形成する積層膜にNiFe合金からなる

層を形成し、この層を高密度ガスプラズマによるエッチング処理するようにしている。このため、イオン化傾向による残留エッチング生成物の影響をなくすことができる。エッチング処理後に直ちに洗浄方法による防食処理を施せば腐食を防止することができる。このため、試料を上部磁極とした場合、上部磁極の垂直加工を極めて容易に行うばかりでなく、その垂直性を大気中において維持することができる。従って、磁気ヘッドとしての基本特性を決めるパラメータの一つであるトラック幅の規定を十分に行うことができるメリットが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例の概略構成図。

【図 2】

図 1 の真空部分の断面図。

【図 3】

エッチング処理装置の構成断面図。

【図 4】

図 3 の一部の鳥瞰図。

【図 5】

実施例の一部の説明図。

【図 6】

磁気ヘッドの概念図。

【図 7】

三層レジストエッチによる上部磁極形成図。

【図 8】

シードNiFe層、ギャップ Al_2O_3 層、下地NiFeシールド層の垂直加工形成図。

【図 9】

他の実施例の加工形成図。。

【図 10】

洗浄効果を示す説明図。

【図 11】

実験例を示す図。

【図 1-2】

従来法との比較を示す比較図。

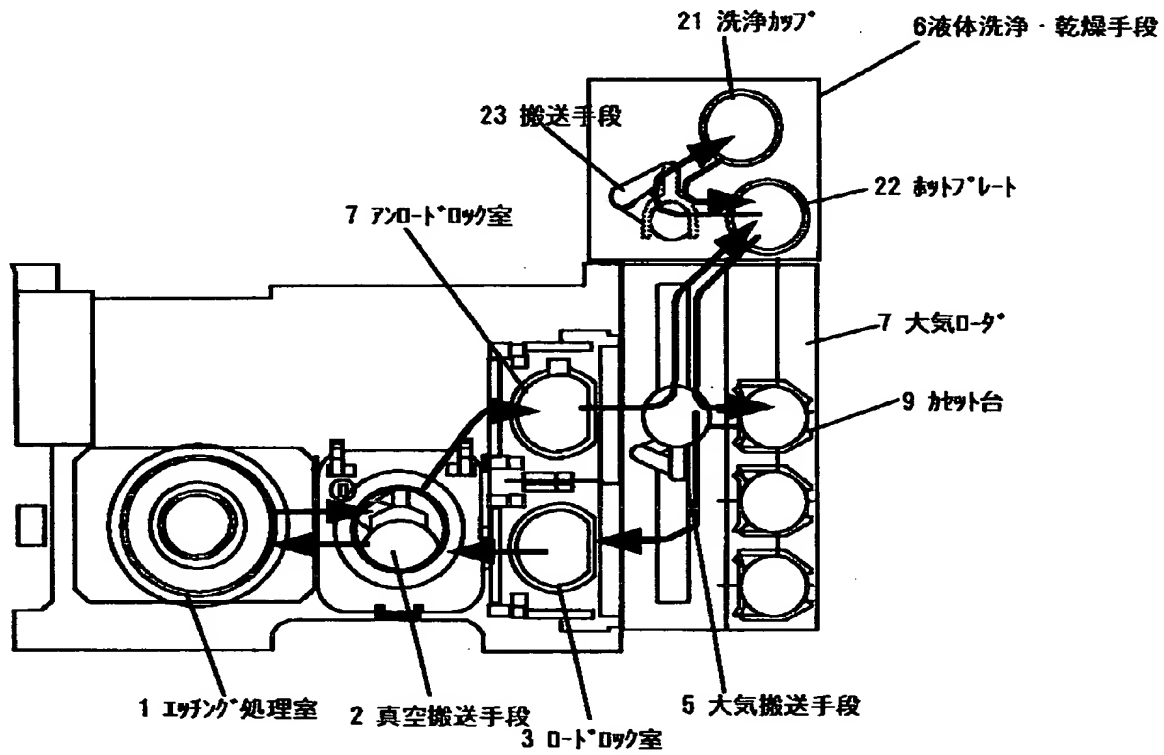
【符号の説明】

1…エッチング処理装置、2…真空搬送装置、3…ロードロック室、4…アンロードロック室、5…大気搬送装置、6…洗浄・乾燥装置、7…大気ローダ、8…カセット、9…カセット台、11…エッチング処理室、31…磁気ヘッド、32…書込ヘッド、33…再生ヘッド、34…上部磁極、38…下部磁極、40…積層膜、41…フォトリジスト (PR) 層、42…ハードマスク層 (SiO_2 層)、43…PR層、44…シード層 (下地 NiFe 合金層)、45…深溝、46…NiFe メッキ層、47…ギャップ層、48…シールド層、49…中間磁極、50…上部磁極、51…積層膜。

【書類名】 図面

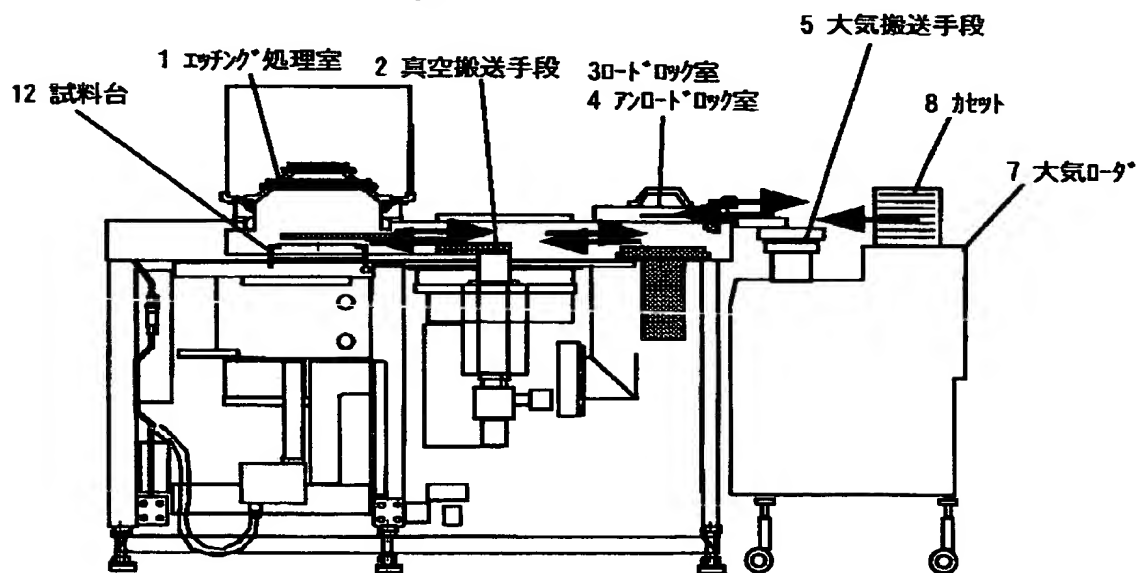
【図 1】

図 1



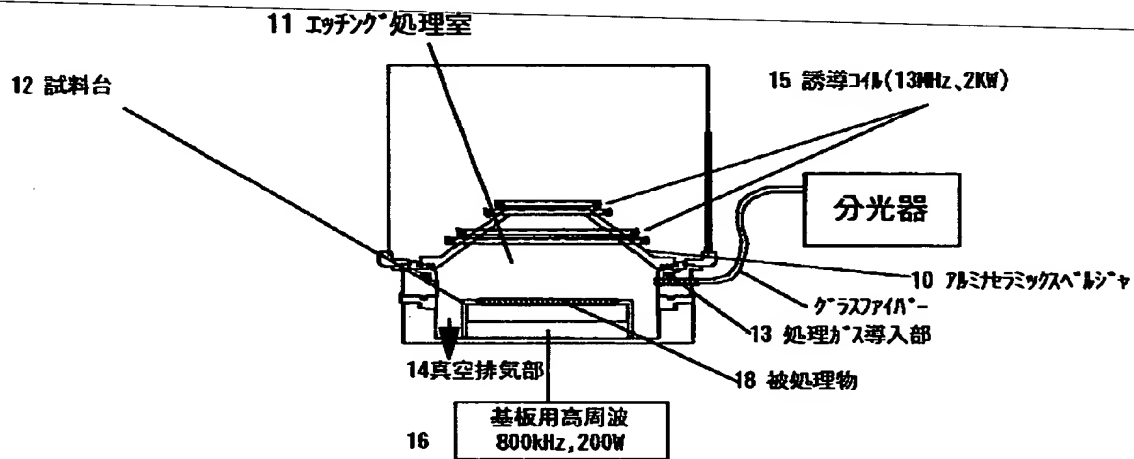
【図 2】

図 2



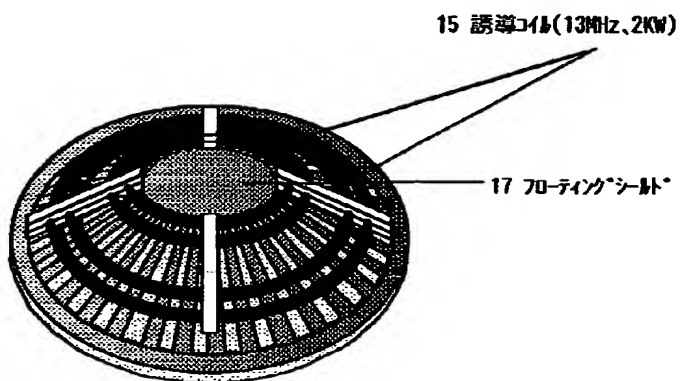
【図 3】

図 3



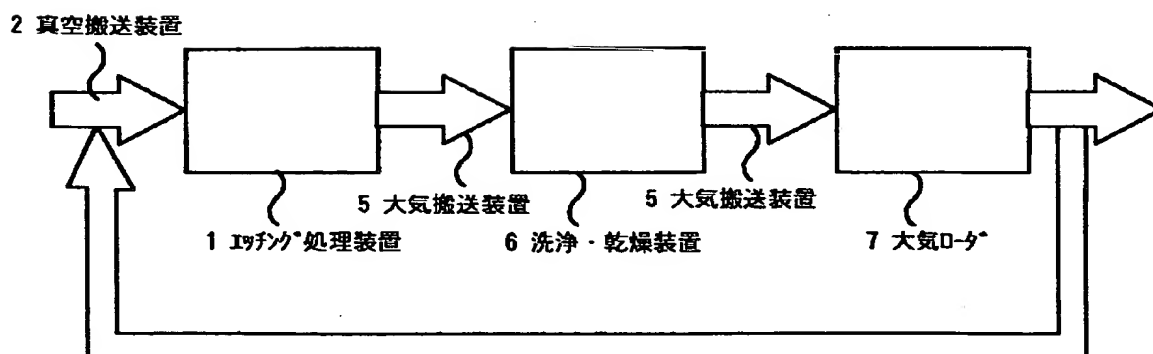
【図 4】

図 4



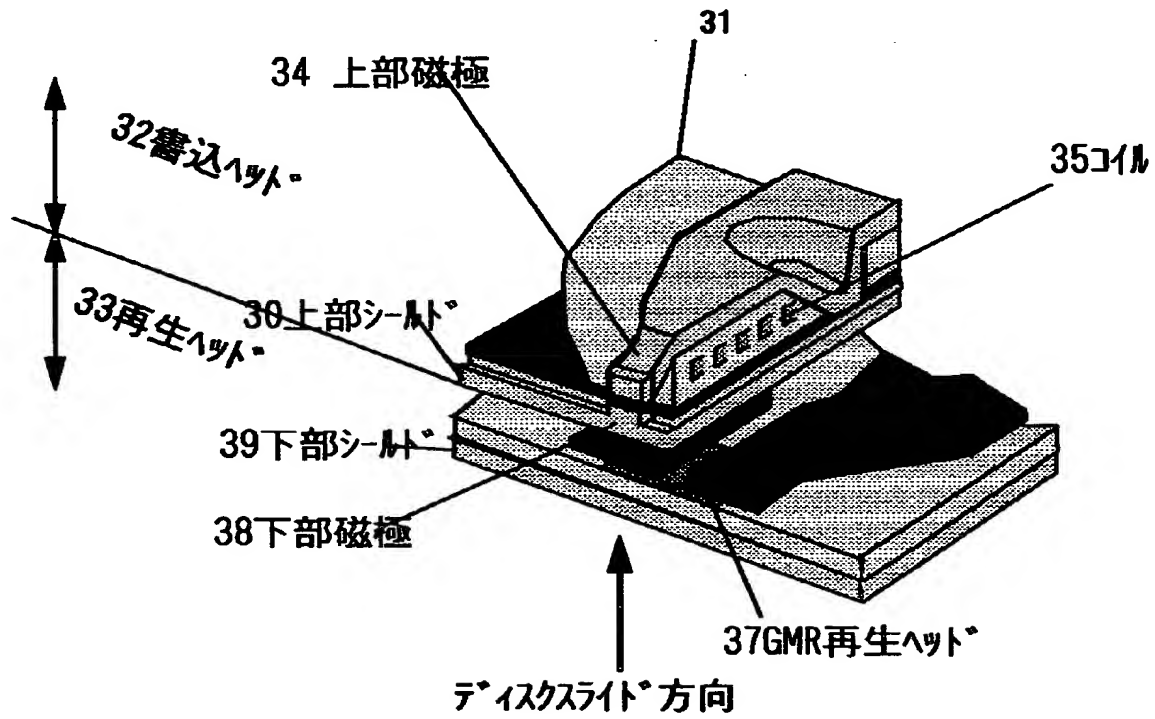
【図 5】

図 5



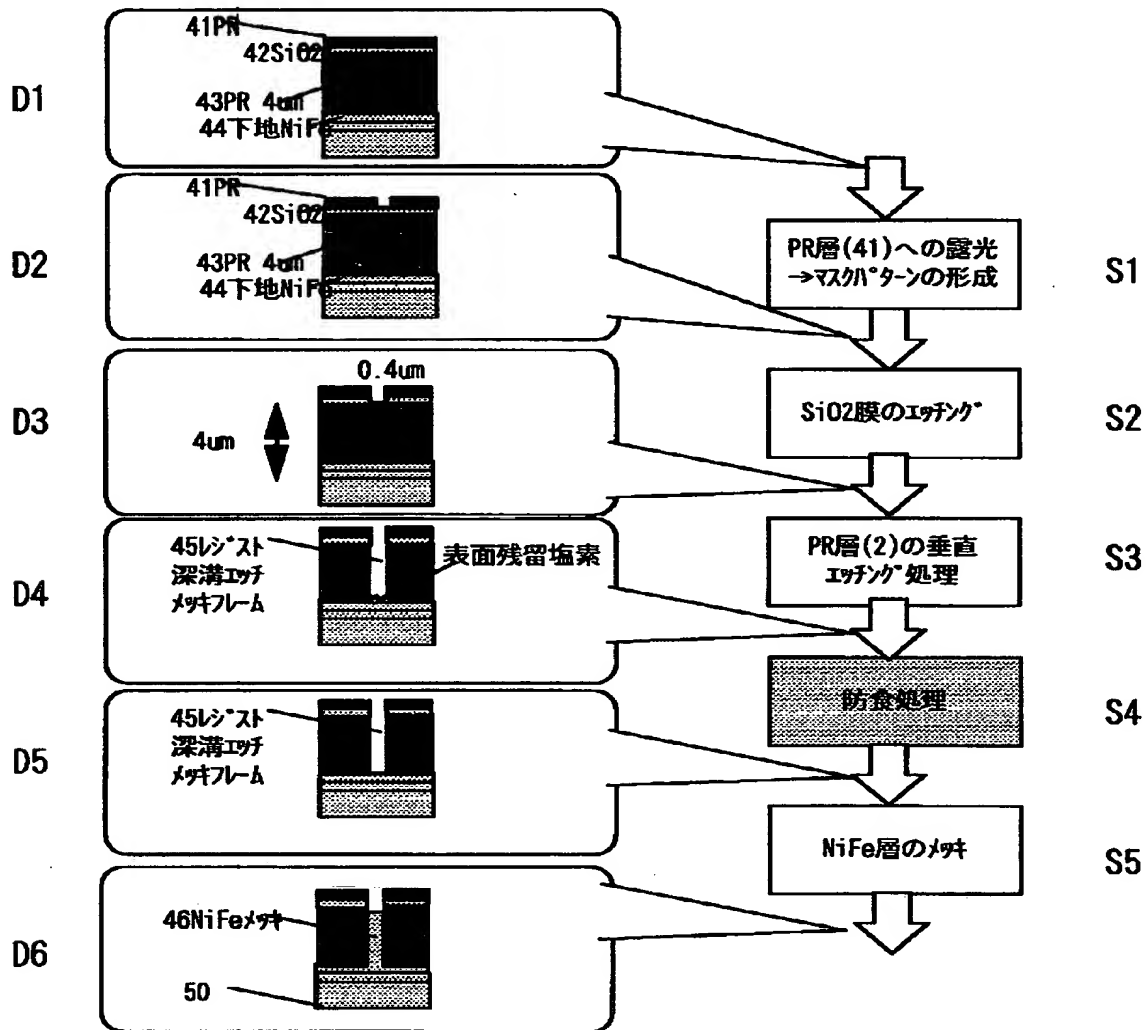
【図 6】

図 6



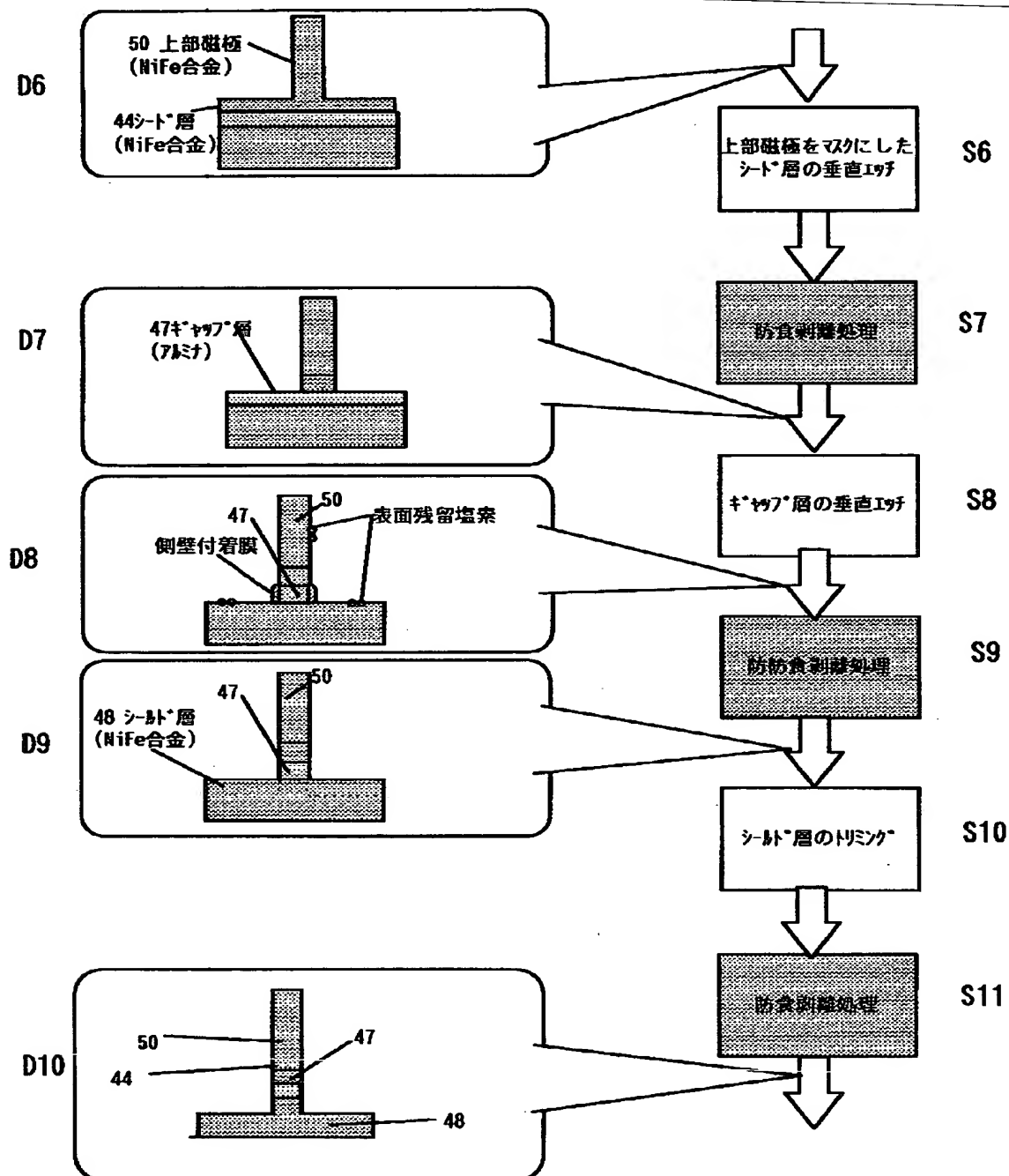
【図 7】

図 7



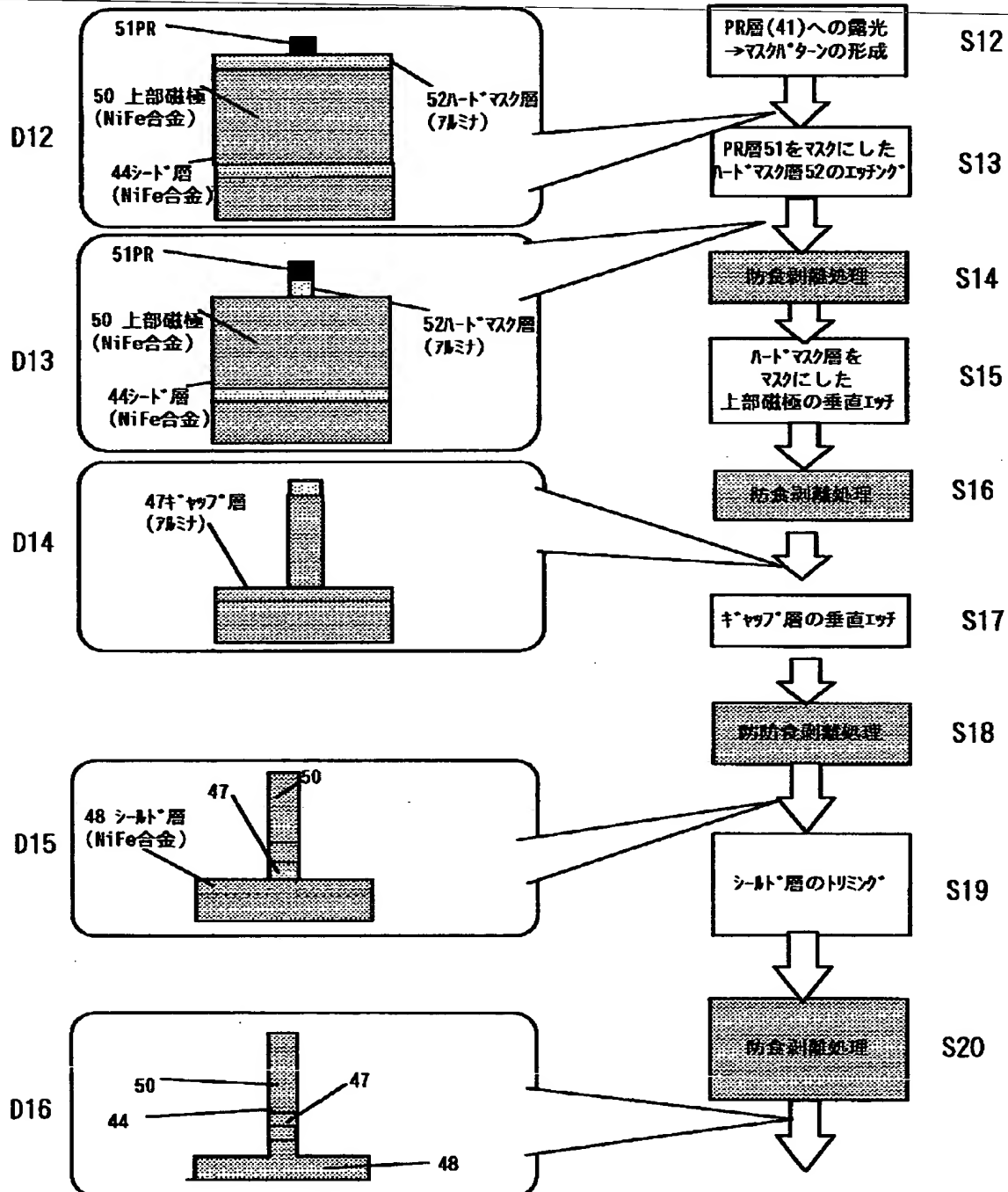
【図 8】

図 8



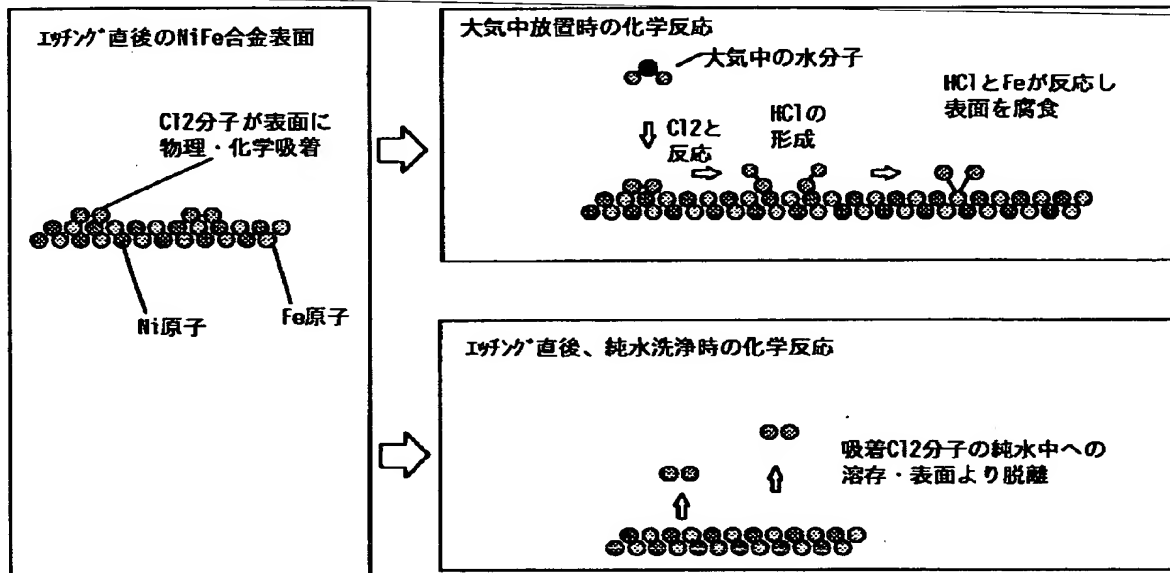
【図 9】

図 9



【図 1 0】

図 10



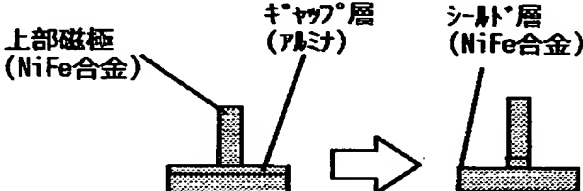
【図 11】

図 11

実験条件*	腐食発生までの時間
キャップ層エッチ後大気中に放置	5分
キャップ層エッチ後2分以内に 純粋洗浄・ホットプレート乾燥、 その後大気中に放置	2週間以上

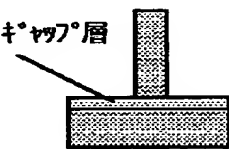
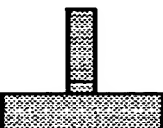
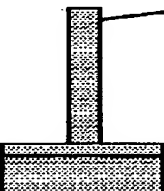
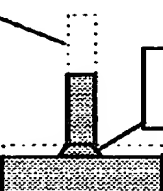
項目	単位	結果
レート	nm/min	108.5

*その他の実験条件

項目	条件
エッチング前後デバイス構造	
ガス	塩素20sccm+BCl3 30sccm
圧力	0.3Pa
ステージ温度	40℃
ソースRFパワー	750W
ソースRF周波数	13.56MHz
バイアスRFパワー	60W
バイアスRF周波数	800KHz

【図 12】

図 12

	エッチ前	エッチ後
プラズマエッチング		
ミリング		

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

低試料温度にても、高エッチング速度を確保でき、腐食生成物を除去するような後処理工程をなくし、プラズマに使用して残留した塩素成分を防食処理すれば足る試料の処理方法、装置並びに磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】

N i F e 合金から成るシード層およびこれに接続した N i F e 合金から成る上部磁極と、シード層に密着する酸化膜から成るギャップ層と、およびギャップ層に密着する N i F e 合金から成るシールド層とから積層膜を形成し、上部磁極をマスクにしてシード層を塩素を含むガス系を用い、プラズマ処理を行ってエッチング加工を行い、その後残留塩素成分を液体による除去・乾燥処理を行って除去する。

【選択図】 図 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005083]

1. 変更年月日 1999年 8月16日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目2番1号

氏 名 日立金属株式会社